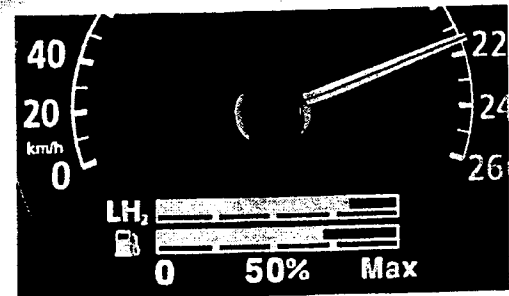
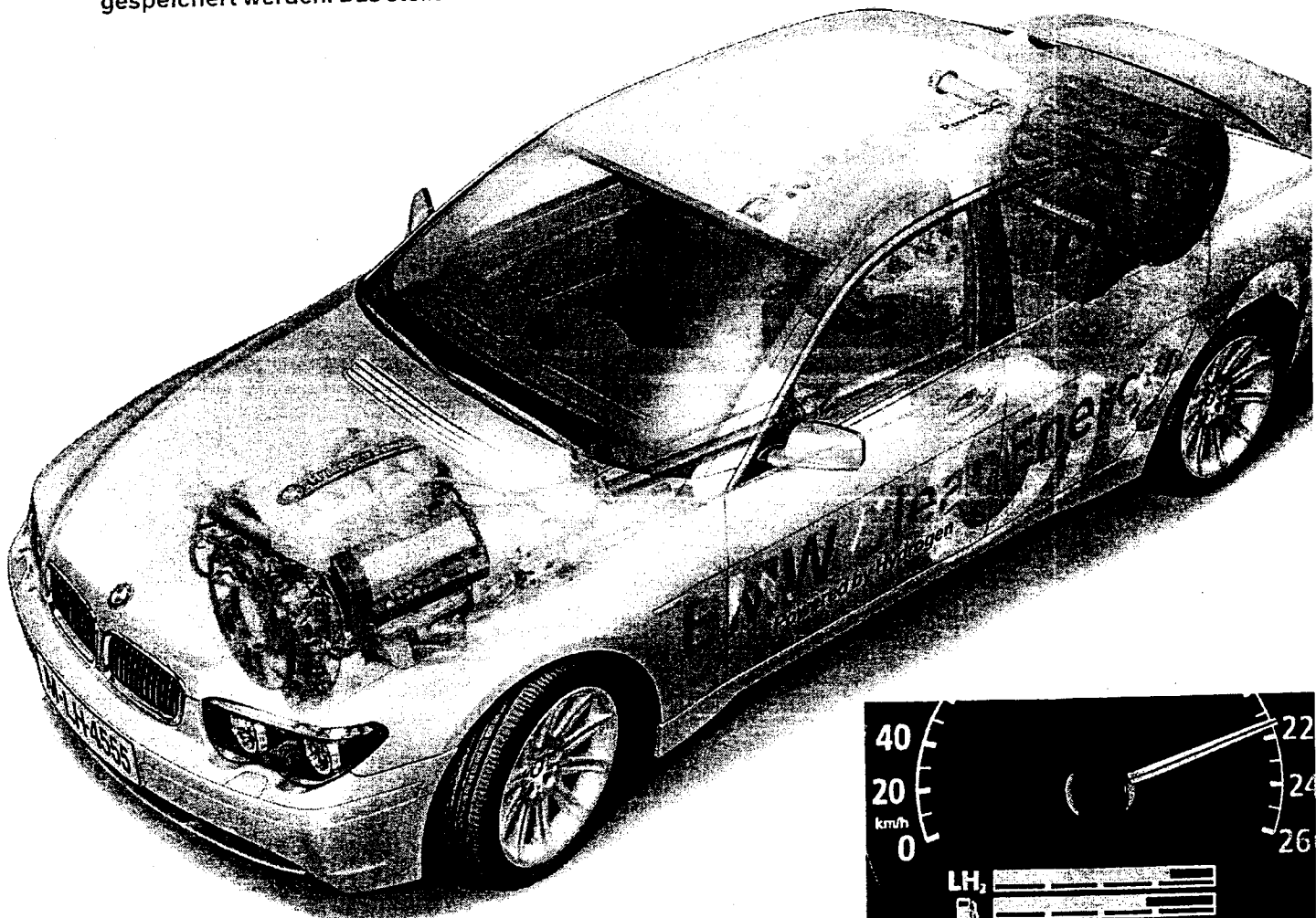


# Zukunft Wasserspeicherung

Um mit Wasserstoff akzeptable Reichweiten zu erzielen, muss der Energieträger an Bord tiefgeköhlt gespeichert werden. Das stellt hohe Anforderungen an die Tanktechnologie.



**W**asserstoff wird heute entweder als verdichtetes Gas oder als tiefgeköhlte Flüssigkeit gespeichert. Weil aber selbst in flüssigem Wasserstoff bei gleichem Speichervolumen nur etwa ein Viertel der Energie von Benzin steckt, werden Wasserstoff-Fahrzeuge bei vergleichbaren Reichweiten etwa viermal größere Tanks haben als konventionelle Benzin- oder Diesel-Automobile.

## Gasförmig oder flüssig

Betreibt man einen Pkw mit Wasserstoff aus einem Druckbehälter (250 – 350 bar), beträgt die Reichweite selbst bei einem Speichervolumen von 140 Litern nur einen Bruchteil der üblichen Reichweite mit konventionellen Kraft-



Superisolation - Hochvakuum+MLI\*

Tankaufhängung

Heizung

Wärmetauscher  
Ventilblock

Systemkapsel

Außenbehälter

Innenbehälter

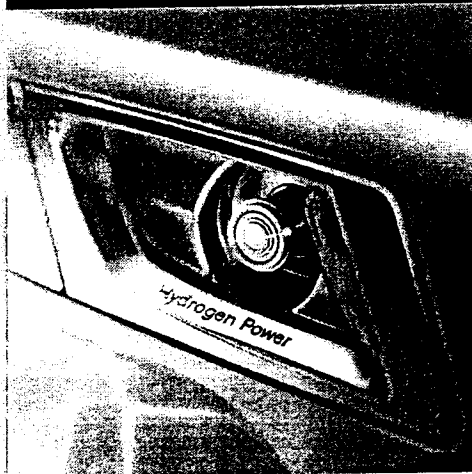
Füllstand

Tankkupplung

## Aufbau eines LH<sub>2</sub>-Tanks

\* Multi-Layer-Isolation

Grafik: Mugra Siey



stoffen. Diese Art der Speicherung kann zum Beispiel für Busse genutzt werden, weil sie mehrere Gasbehälter auf dem Dach oder im Unterboden verstauen können. Solche Busse mit Wasserstoff-Verbrennungsmotoren sind bereits seit einigen Jahren auf dem Flughafen München im Einsatz.

Um vernünftige Reichweiten zu erzielen, erscheint aus Sicht der BMW Ingenieure die

**Platzfrage:** Freiformtanks können leichter platziert werden als zylindrische Tanks. Von ihnen hängt die Realisierung kleinerer Wasserstoff-Fahrzeuge wie dieser MINI Konzeptstudie ab.

Wasserstoff-Speicherung in tieftakter, flüssiger Form (kryogen) (derzeit als das aussichtsreichste Konzept). Der BMW 750iL kann damit rund 300 Kilometer weit fahren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Wasserstoff-Fahrzeuge alle heute noch sowohl mit Benzin als auch Wasserstoff fahren können.

### Aufwändige Isolierung

Um kryogenen Wasserstoff bei -253 Grad Celsius zu speichern, muss der Tank perfekt isoliert sein. Unvermeidlicher Wärmeeintrag in den Tank führt zu einem langsamen Druckanstieg. Aus Sicherheitsgründen muss dieser Druck ab etwa fünf bar über ein Abblaseventil begrenzt werden. Dabei geht allerdings gasförmiger Wasserstoff verloren.

Um den Wärmeeintrag zu minimieren, sind die Tanks der BMW Fahrzeuge doppelt wandig ausgeführt. Zwischen den beiden Wänden befinden sich in einem Vakuum etwa 50 Lagen aluminiumbeschichtete Kunststoffolie. Die Tankisolation ist so gut, dass auch bei hohen Außentemperaturen zwei bis drei Tage lang kein Kraftstoff verloren geht.

Erst wenn der Druck im Tank durch die langsame Erwärmung über fünf bar ansteigt, werden täglich etwa drei Prozent des Volumens an die Umgebung abgegeben, um das Druckniveau konstant zu halten. Ziel der weiteren Entwicklung ist es, den abgegebenen

Wasserstoff in der an Bord vorhandenen Brennstoffzelle zur Stromversorgung zu nutzen. Um die Tankverluste weiter zu minimieren, wird an neuen Isolationskonzepten geforscht, die bis zu zehn Tage lang eine verlustfreie Speicherung erlauben.

In der Forschung bei Entwicklungspartnern befindet sich zum Beispiel ein Tanksystem mit zusätzlicher Kühlung der Tank-Isolationsschicht. Die Ingenieure nutzen dabei den Umstand, dass flüssiger Wasserstoff im Fahrbetrieb auf dem Weg in den Motor verdampft. Mit der dabei frei werdenden Kälteenergie wird in einem zusätzlichen Wärmetauscher getrocknete Umgebungsluft abgekühlt und bei -191 Grad verflüssigt.

Die verflüssigte Luft befindet sich in einem Röhrensystem in der Tank-Isolationsschicht und wird wie eine dämmende Kälteschicht genutzt.

### Neue Konzepte

Eine andere Option sind so genannte Hydridspeicher, bei denen Wasserstoff unter Druck in einem Metallpulver eingelagert wird. Weil diese Speicher derzeit nur etwa zwei Prozent ihres Eigengewichts aufnehmen können, sind sie nicht für den Einsatz in Pkw geeignet.

Mehr Chancen räumen Experten Speichern mit Nanofaserstrukturen ein. Diese Technologie befindet sich aber noch in der Forschungsphase.